

DERWENT- 2000-390005
ACC-NO:

DERWENT- 200034
WEEK:

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Estimation of bacterial slime adhering to water circulating pipe to prevent occlusion of pipe, involves detecting slime formation factors, using chemical technique

PATENT-ASSIGNEE: AQUAS KK[AQUAN]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0298396 (October 20, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2000126781 A	May 9, 2000	N/A	008	C02F 001/50

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000126781A	N/A	1998JP-0298396	October 20, 1998

INT-CL (IPC): C02F001/50, C12Q001/02, G01N033/18

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000126781A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Bacterial slime adhering to water circulating pipe is estimated by chemical technique, which detects the slime formation factors.

USE - Useful for preventing occlusion of water pipes caused by bacterial slime formation (claimed).

ADVANTAGE - Detection of slime formation by chemical method, prevents damage of the water pipe, as slime control agent can be supplied beforehand and there is no need for installing electric or mechanical apparatus.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/1

DERWENT-CLASS: D15 D16 J04 S03

CPI-CODES: D04-A; D04-B; J04-C04;

EPI-CODES: S03-E14B;

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-126781

(P2000-126781A)

(43) 公開日 平成12年5月9日 (2000.5.9)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 0 2 F 1/50	5 1 0	C 0 2 F 1/50	5 1 0 C 4 B 0 6 3
	5 2 0		5 2 0 K
	5 3 1		5 3 1 M
	5 5 0		5 5 0 L
C 1 2 Q 1/02		C 1 2 Q 1/02	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-298396

(22) 出願日 平成10年10月20日 (1998.10.20)

(71) 出願人 000101042

アクアス株式会社

東京都目黒区洗足2丁目22番6号

(72) 発明者 河野 源

茨城県つくば市緑ヶ原4-4 アクアス株式会社つくば総合研究所内

(72) 発明者 荒川 貴博

茨城県つくば市緑ヶ原4-4 アクアス株式会社つくば総合研究所内

(74) 代理人 100088616

弁理士 渡邊 一平

Fターム(参考) 4B063 QA01 QQ06 QQ18 QR41 QR66
QR69 QS13 QX01

(54) 【発明の名称】 細菌性スライム障害の予測方法及び防止方法

(57) 【要約】

【課題】 電氣的・機械的な装置等を設置することなく、簡便な方法により、スライム障害を事前に予測し、更にはスライム障害を未然に防止する。

【解決手段】 循環水中に細菌類が繁殖し、細菌類由来のスライムが配管内に付着することに起因する細菌性スライム障害を事前に予測し、未然に防止する方法である。負コロイド等のスライム形成因子を、指示薬の呈色変化等の化学的方法を用いて検出し、スライム障害が発生する前にスライム防除剤を投入する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 循環水中に細菌類が繁殖し、当該細菌類由来のスライムが配管内に付着することに起因する細菌性スライム障害を予測する方法であって、スライム形成因子を化学的方法を用いて検出することを特徴とする細菌性スライム障害の予測方法。

【請求項2】 スライム形成因子として、循環水中の負コロイドを検出する請求項1に記載の細菌性スライム障害の予測方法。

【請求項3】 負コロイドの存在により呈色変化する物質を指示薬として、循環水中の負コロイドを検出する請求項2に記載の細菌性スライム障害の予測方法。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか一項に記載の細菌性スライム障害の予測方法を用いてスライム形成因子を検出し、スライム障害が発生する前にスライム防除剤を投入することを特徴とする細菌性スライム障害の防止方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、冷却水等の循環経路において、細菌類由来のスライムが配管内に付着することに起因する、配管の閉塞、熱交換効率の低下等の細菌性スライム障害を未然に防止する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、生活水準の向上、産業の成長・発展により用水の使用量が飛躍的に増加しているため、用水、特に冷却水等の工業用水の循環回収による再利用が頻繁に行われている。しかしながら、冷却塔を介する開放循環式が多用される冷却水においては、外界からの種々の混入物に起因して配管の腐食・閉塞或いは熱交換率の低下等、循環系統に障害を起こす機会が多くなっており、循環水の濃縮率が高まるにつれて、障害の程度も激しくなる傾向にある。

【0003】 循環系統の障害としては、例えば循環用配管中に無機塩類等の堆積物を生ずるスケール（又はスラッジ）障害、循環用配管が腐食する腐食障害、循環用配管中に微生物由来の粘稠物（以下、「スライム」という。）が付着するスライム障害等が挙げられる。

【0004】 これらの障害のうち、スケール障害や腐食障害は、冷却水中の化学物質（例えば無機塩類等）が濃縮されることにより、或いは冷却水中に外界から当該化学物質が混入することによって、冷却水中の化学物質濃度が上昇することが原因である。従って、冷却水として硬水ではなく軟水を使用する、或いは冷却水を定期的に交換する等、化学物質濃度の上昇を防止する処置を採ることにより抑制することが可能である。

【0005】 一方、スライム障害はカビ、藻類、細菌等の微生物の繁殖に起因する障害であるため、スケール障害や腐食障害と同様の方法のみによっては抑制することが不可能である。従って、スライム障害を防止するた

めには、冷却水中のスライムの発生を的確に把握して管理し、適宜、殺菌・殺藻効果を有するスライム防除剤を冷却水中に投入する等の処置が必要となる。

【0006】 従来、冷却水中のスライム発生状況を把握する方法としては、循環水に比して高温に保持した測温抵抗体（温度上昇により電気抵抗が増大する素子）を循環水中に浸漬してなるスライム検知装置が開示されている（特開平9-196873号公報）。当該検知装置によれば、測温抵抗体にスライムが付着し、測温抵抗体からの熱拡散が阻害され、測温抵抗体自体の温度が上昇することによって、測温抵抗体の電気抵抗が増大する。従って、当該電気抵抗の増大を検知することによりスライム発生状況が把握できるのである。

【0007】 上述の方法によれば、センサとなる測温抵抗体の小型化が容易で大きな設置面積を必要としないため、バイパス経路を設置することなく、循環経路中に直接検出装置を設置できる。即ち、実際の循環水中においてスライムの発生状況を正確に検知して管理できる点において非常に優れた方法である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述の方法は、測温抵抗体へのスライムの付着によりスライムの発生状況を検知する方法であるため、以下に掲げるような問題点を生じていた。

【0009】 第1に、実際にスライムが測温抵抗体に付着しなければ、その検出ができないため、循環水系の測温抵抗体以外の箇所に発生したスライムについては検出することができなかった。第2に、測温抵抗体の温度上昇を引き起こす程度にまでスライムが成長しないとその検出ができないため、スライム発生から検知するまでに時間を要し、スライム防除剤を投入する等の処置が事後的にならざるを得なかった。第3に、電気的・機械的な検出装置を使用するため、設置費用、運転費用がかかる他、検出部の洗浄等の装置の定期的な保守・管理も必要となるため必ずしも簡便な検知方法とは言えなかった。

【0010】 本発明はこのような従来技術の問題点を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、電気的・機械的な装置等を設置することなく、簡便な方法により、スライム障害を事前に予測し、更にはスライム障害を未然に防止することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明者が鋭意検討した結果、細菌類がスライム形成時に産生するスライム形成因子を検出することによりスライム障害を事前に予測し得ることを見出して、本発明に想到した。

【0012】 即ち、本発明によれば、循環水中に細菌類が繁殖し、当該細菌類由来のスライムが配管内に付着することに起因する細菌性スライム障害を予測する方法であって、スライム形成因子を化学的方法を用いて検出

することを特徴とする細菌性スライム障害の予測方法が提供される。

【0013】 本発明の予測方法においては、スライム形成因子として、循環水中の負コロイドを検出することが好ましく、負コロイドの存在により呈色変化する物質を指示薬として、循環水中の負コロイドを検出することが更に好ましい。

【0014】 また、本発明によれば上述のような細菌性スライム障害の予測方法を用いてスライム形成因子を検出し、スライム障害が発生する前にスライム防除剤を投入することを特徴とする細菌性スライム障害の防止方法が提供される。

【0015】

【発明の実施の形態】 本発明は、スライム形成因子を化学的方法を用いて検出することを特徴とする細菌性スライム障害の予測方法である。当該方法によれば、電気的・機械的な装置等を設置することなく、簡便な方法により、スライム障害を事前に予測し、更にはスライム障害を未然に防止することが可能となる。以下、本発明について詳細に説明する。

【0016】 本発明の予測方法は、スライム障害のうち、特に細菌性のスライム障害を予測するための方法である。既述の通り、スライム障害の原因となる微生物としては細菌の他、カビ、藻類等もあり得るが、カビ性スライムは循環水が極端な富栄養状態になれば発生せず、藻類性スライムは藻類が光合成し得る部位に発生が限定されるため比較的発見・処置が容易である。

【0017】 一方、細菌性スライムは他のスライムに比して発生頻度が高いことに加え、循環水の循環経路のうち熱交換器近傍の細管等、発見が困難な部位に発生し、配管閉塞・熱交換率の低下等の障害の原因ともなり易い。従って、本発明の方法はスライム障害の防止に非常に有用な方法であると言える。

【0018】 本発明においては、スライム障害を事前に予測するために、スライム形成因子を検出する方法を採用する。スライム障害は、循環水中に細菌類が繁殖し、細菌類が何らかの形成因子を産生し、当該形成因子により細菌類が配管内壁等に付着してスライムを形成し、スライムの付着量が増加してスライム障害に至ると考えられるため、前記形成因子が検出できればスライム障害に至る前の段階でスライムの発生を検知できるからである。

【0019】 また、本発明においては、前記のスライム形成因子を化学的方法、即ち、電気的・機械的方法によらず化学反応により検出する方法を採用する。このような方法によれば、電気的・機械的装置を設置しなくて済むため、設置費用、運転費用がかからず、装置の保守・管理も必要がない他、循環水中の形成因子の濃度変化によりスライムを検知するため、スライムが検出センサ近傍に発生しなくても検出することが可能である。ま

た、一般に電気的・機械的方法に比して化学的方法の方が検出感度が鋭敏であるといえる。

【0020】 本発明においては、スライム形成因子を化学的方法を用いて検出し得る限りにおいて、その検出方法は特に限定されないが、循環水中の負コロイドを検出することが好ましい。これは、スライム形成因子が循環水中で負コロイドを形成する性質を利用した方法である。

【0021】 また、循環水中の負コロイドを検出する際には、負コロイドの存在により呈色変化する物質を指示薬として検出することが更に好ましい。このような方法によれば、循環水中に指示薬を滴下し、指示薬の変色を確認するという極めて簡便な方法により、スライム障害を事前に予測し得るからである。

【0022】 具体的には、トルイジンブルー（以下、「TB」という。）を指示薬として用いることが好ましい。TBは塩基性の青色色素であるが、負コロイド（即ち、酸性コロイド）が存在すると直ちに吸着されて赤紫色に変色する性質を有しており、しかもこの反応は極めて鋭敏であるため、循環水中の微量の負コロイドをも容易に検出し得るからである。

【0023】 上述のTB、或いはこれと同様の性質を有する指示薬を用いれば、循環水中の負コロイドを定性的に検出することは勿論のこと、定量的に検出することも可能である。負コロイドの定量的な検出法としては、例えば「コロイド滴定法」（著者：千手諒一、株式会社南江堂発行）に記載されているコロイド滴定を利用することができる。

【0024】 本発明に前記コロイド滴定を適用した場合、例えば以下に示すような方法により循環水中の負コロイド量を定量することができる。まず、被検液となる循環水に対し、指示薬のTBを加えて赤紫色に着色し、次いで当該着色した被検液に対して、正コロイドの標準溶液を徐々に滴下し、TBが赤紫色から青色に変色した時点で滴下を終了する。

【0025】 TBの変色点は、正コロイドと負コロイドとの中和点（等量点）であるため、当該変色した時点の正コロイド標準溶液の滴下量から循環水中の負コロイド量を換算することができる（以下、このような方法を「直接滴定」という。）。

【0026】 正コロイドの標準溶液としては、例えばポリビニルピリジン・プロマイド、ポリエチレンイミンのようにアミノ基の電離によって正電荷を生ずる水溶性物質のコロイド溶液を用いることができる。但し、塩類の影響が少なく、全pH域で使用できることに加え、中和点で沈殿物を生じるため指示薬がなくても中和点の検出が可能である点において、メチルグリコールキトサン（以下、「MGch」という。）等のグリコールキトサン誘導体の水溶液を用いることが好ましい。

【0027】 また、循環水中の負コロイドに対し、正

コロイド標準溶液を過剰量添加して負コロイドを沈殿させた後、残存した過剰分の正コロイドを負コロイド標準溶液を用いて滴定する方法でも、同様に負コロイドを定量することが可能である。この方法は一般に逆滴定（間接滴定）と称され、既述した直接滴定と比較して弱電解コロイドでも正確に測定することが可能である点において更に好適に用いることができる。

【0028】 逆滴定に使用する負コロイドの標準溶液としては、カルボキシル基、硫酸基等の電離によって負電荷を生ずる水溶性物質のコロイド溶液を用いることができるが、酸性電解コロイドのうちで最も反応が鋭敏である点においてポリビニルアルコール硫酸カリウム（以下、「PVSK」という。）の水溶液を用いることが好ましい。

【0029】 以上、説明してきた細菌性スライム障害の予測方法を用いることにより、未然にスライム障害を防止することが可能である。具体的には、循環水中のスライム形成因子を定性的に検出して事前にスライム防除剤を投入する方法等により、未然にスライム障害を防止することができる。

【0030】 このような方法は、スライム形成因子を定量し、当該形成因子の量からスライム防除剤の投入量を算出することにより、更に効率的にスライム障害を防止することが期待できる。なお、スライム防除剤としては、塩素系、第4級アンモニウム塩系、第4級ホスホニウム塩系、有機硫黄系、有機臭素系、有機窒素硫黄系等、多種のものが存在するが、速効性、処理コストが低い等の点においては塩素系のものを、腐食性が低い点においては他の種類のものを好適に用いることができる。

【0031】

$$\{ (f_m \times C_m \times V_m) - (f_p \times C_p \times V_p) \} \times 1000 / \text{試料量} \times 1000$$

… (1)

（但し、 f_m : MGch標準溶液のファクター、 C_m : MGch標準溶液の濃度（mol/l）、 V_m : 被検液に添加したMGch標準溶液の体積（ml）、 f_p : PVSK標準溶液のファクター、 C_p : PVSK標準溶液の濃度（mol/l）、 V_p : 被検液に添加したPVSK標準溶液の体積（ml）、とする。）

【0036】 なお、負コロイド濃度が低く、PVSK標準溶液の滴下量が極端に少ない場合は、滴定誤差を生じるおそれがある。このような場合には、より希薄なPVSK標準溶液を使用し滴下量を増加させることにより、正確な滴定を行うことが可能である。

【0037】 一方、TB指示薬を添加した時点で既に被検液が赤紫色に着色している場合は、被検液中の負コロイドが、添加したMGchの正コロイドに対して過剰の状態にある。従って、MGch標準溶液を更に滴下して、青変した時点の滴下量（ml）を記録した後、前述の被検液が青色に着色した場合と同様に、MGch標準溶液を1ml添加し、PVSK標準溶液による逆滴定を※50

*【実施例】 以下、本発明のスライム障害予測方法について更に詳細に説明する。なお、実施例において、スライム形成因子の検出は、以下に示す定性試験、定量試験により行った。指示薬としては0.1（w/v）%のTB水溶液を、正コロイド標準溶液としては0.005NのMGch水溶液を、負コロイド標準溶液としては、0.0025NのPVSK水溶液を用いた。

【0032】（定性試験）被検液にTB指示薬を1滴添加してその着色を観察し、TBの青色が赤変した場合は陽性、TBの青色が保持された場合は陰性とした。陽性であれば負コロイド（即ち、スライム形成因子）が存在し、陰性であれば定性的には存在しない（存在してもごく微量）と判断した。なお、TBの添加量は、呈色が判別できる限りにおいて少なくすることが好ましい。過剰のTBにより陽性反応が確認し難くなる場合があるからである。

【0033】（定量試験）前記の定性試験が陽性の場合には、被検液を20ml三角フラスコ等に測り取り、攪拌子で攪拌しながら、TB指示薬を1滴、MGch標準溶液を1ml添加し、被検液の着色を観察する。

【0034】 被検液が青色に着色した場合は、被検液中の負コロイドに対して、MGchの正コロイドが過剰の状態にある。従って、当該過剰分の正コロイドを負コロイドのPVSK標準溶液を滴下して逆滴定し、赤変した時点の滴下量（ml）を記録し、当該滴下量から負コロイド濃度を算出する。この方法によれば、少なくとも5μmol/l以上の濃度で負コロイドが存在すれば定量が可能である。

【0035】 負コロイド濃度（μmol/l）は、下

*30 記式（1）により算出できる。

※行う。

【0038】 定性試験が陰性の場合には、負コロイド量が極少であるため、上述の方法によっては検出が困難であるが、以下に示す遠心濃縮処理を行った後に上述の方法で滴定を行えば、定性試験が陽性の場合と同様に負コロイドの定量を行うことができる。

【0039】 被検液15mlを、遠心式汎用のメンブランフィルタ（15ml用、分画分子量10000のもの、例えば、商品名：ウルトラフリー15（ミリポア社製））に測り入れ、2000Gで15分間遠心分離を行う。

【0040】 前記遠心分離により生じた沈殿物を、全体が0.5mlになるように蒸留水でメスアップし、濃縮液を調製する（当該濃縮液は当初被検液に対して30倍に濃縮されたことになる）。濃縮液の全量にTB指示薬を1滴滴下し、赤紫色に着色した場合は既述の定量試験と同様の操作により定量試験を行う。一方、濃縮液にTB指示薬を滴下しても青色が保持される場合（即ち、

陰性の場合)は、負コロイドがないと判断した。

【0041】 本発明の方法を実際の循環水系に適用する前に、既存のスライムからスライム形成因子を抽出し、上述のTB呈色反応がスライム形成因子の検出に適用できるか否かを評価した。

【0042】 まず、既存のスライムから以下に示す方法によりスライム形成因子を抽出した。某工場の水道管に付着しているスライムを採取し、滅菌水に懸濁した後、当該懸濁液を表1に示す組成の普通寒天培地(1/10濃度)の表面に全面塗布した。30℃の温度条件下で24~48時間培養し、出現したコロニーを分離し、保存した。

【0043】

【表1】

成分	濃度 (w/v)
肉エキス	0.05%
ペプトン	0.1%
塩化ナトリウム	0.05%
寒天	1.5%

pH 7.0 ± 0.2

【0044】 ニュートリエントブrosを0.8%、酵母エキスを0.1%含む液体培地200ml中に前記の分離菌を接種し、37℃で24時間振とう培養した後、*

* 4℃の条件下、5000rpmで15分間遠心分離を行った。

【0045】 スライム形成因子は細菌の産生する酸性多糖類などの高分子と推定されるため、脱水力の強いイソプロピルアルコールで沈澱すると考えられる。従って、遠心処理後、沈澱部分(菌体)を除去した上清1体積に対し、イソプロピルアルコール(以下、「IPA」という。)を2体積加え、10分間振とうした。

【0046】 振とう後、4℃の条件下、10000rpmで30分間遠心分離し、上清を捨て、沈澱物を回収した(以下、「IPA沈澱物」という。)。また、前記液体培地に分離菌を接種せずに同様の操作を行った沈澱物(以下、「培地沈澱物」という。))も対照として用意した。

【0047】 次いで、前記IPA沈澱物の存在下における、金属板に対する細菌の接着性を観察し、スライム形成との相関を確認した。ステンレス製の金属片を、IPA沈澱物(或いは培地沈澱物)100mgを蒸留水100mlに懸濁した懸濁液若しくは蒸留水に浸漬して取り出した後に、当該金属片を、生理食塩水で菌体表面を洗浄した付着性細菌を生理食塩水に懸濁した懸濁液に更に浸漬して、取り出した。

【0048】 前記金属片表面を生理食塩水で軽く洗浄後、シャーレにのせ、0.8%ニュートリエントブrosを含む寒天培地を重層し、36℃で24時間培養後、金属片表面における菌体の接着状態を観察した。その結果、表2に示すようにIPA沈澱物懸濁液に浸漬した金属片のみに細菌の接着が認められ、IPA沈澱物がスライム形成因子であることが確認された。

【0049】

【表2】

項目	細菌接着	コロニー定性
判断方法	目視	TB呈色
IPA沈澱物	あり	+
蒸留水	なし	-
培地沈澱物	なし	-

※ 表中、「+」は陽性、「-」は陰性であることを示す。

【0050】 また、IPA沈澱物懸濁液、培地沈澱物懸濁液、蒸留水についてTB呈色の定性試験を行ったところ、表2に示すようにIPA沈澱物懸濁液のみが陽性※50

※を示した。従って、TB呈色反応がスライム形成因子の検出に適用できることが確認された。

【0051】 (実施例1) 実際に稼働している冷却水系

においてスライムの状況が異なる種々の循環水を採用し、スライムの状況と定量試験の負コロイド量との間に相関があるか否かを確認した。

【0052】 その結果、表3に示すように定量試験におけるPVSKの滴下量とスライム量との間に相関が認められた。また、表3に示すように、細菌性以外のスライム(カビ、藻類主体のもの)については、TB呈色反応は陰性であるため、本発明の方法は細菌性スライムのみを特異的に検出し得る方法であることが確認された。

【0053】 なお、スライム量の評価は実機冷却塔内*10 【表3】

*に5~10mm間隔で配置された冷却用の樹脂製波板(以下、「充填材」という。)へのスライムの付着状況から定性的に行った。即ち、充填材に目視上スライムの付着が認められず、触れてもぬめりを感じないものを「なし」、目視上スライム付着は認められないものの、触れるとぬめりを感じるものを「少ない」、目視上明らかにスライムの付着が認められるものを「多い」として評価した。

【0054】

項目	スライム量	スライム種類	コイト*定性	コイト*定量
判断方法	目視	顕微鏡観察	TB呈色	負コイト*量 ($\mu\text{mol/l}$)
冷却水1	なし	なし	—	<5
冷却水2	少ない	細菌主体	+	30
冷却水3	少ない	細菌主体	+	60
冷却水4	多い	細菌主体	+	80
冷却水5	多い	細菌主体	+	210
冷却水6	多い	藻類主体	—	<5
冷却水7	多い	カビ主体	—	<5

※ 表中、「+」は陽性、「—」は陰性であることを示す。

【0055】 (実施例2) 図1に示すようなモデル循環冷却水系1を24時間連続運転し、冷却水中の負コロイド量と配管付着スライムとの関係について調査を行った。モデル循環冷却水系1は、冷却塔2、保有水タンク3、循環用ポンプ4、熱交換器5を配管6で接続してなるものであり、冷却塔2は冷却用ファン2a、充填材2bを備えており、補給用ポンプ7で常時水を補給できるように構成した。

【0056】 また、熱交換器の出口配管6aは一部を透明塩化ビニル製配管で構成し、配管内へのスライム付着状況を観察するためのルッキング6bとした。なお、モデル循環冷却水系1の運転条件は、冷凍能力を3冷凍トン、保有水量を100l、循環水量を30l/分、補給水量を0.3l/分に設定した。

※【0057】 実施例2におけるスライム量の評価は、熱交換器出口配管6aのルッキング6bを目視観察することにより行い、ルッキング6bにスライムが観察されないものを「なし」、ルッキング6bにスライムが付着しているものの、反対側を透視できるものを「少ない」、ルッキング6bがスライムで覆われ反対側を透視できないものを「多い」として評価した。

【0058】 その結果、表4に示すようにルッキング6bの目視判断ではスライムが確認できない運転8日目の段階においてもTBの呈色反応は陽性を示しており、スライムの発生を検知できている。即ち、本発明の方法によれば、スライム発生が目視できない程度の発生初期段階においてスライム障害を予測し得ることが確認された。また、スライム防除剤としてグルタルアルデヒドを

※50

200mg/lの濃度で添加すると、スライム形成因子
である負コロイドが消失し、スライム付着量も減少して
していく様子が確認された。 *【0059】 【表4】

*

項目	スライム量	スライム種類	コロイド定性	コロイド定量
判断方法	目視	顕微鏡観察	TB呈色	負コロイド量 ($\mu\text{mol/l}$)
運転開始時	なし	なし	—	<5
運転 8日目	なし	なし	+	15
運転11日目	少ない	細菌主体	+	35
運転14日目	多い	細菌主体	+	130
防除剤投入直後	多い	細菌主体	+	150
投入後1日目	少ない	細菌主体	—	<5
投入後2日目	なし	なし	—	<5

※ 表中、「+」は陽性、「—」は陰性であることを示す。

【0060】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明の予測方法は、細菌性スライムの形成因子を化学的方法により検出するため、スライム障害を事前に予測することが可能である。また、スライム形成因子を指示薬の呈色反応等により検出すれば、電氣的・機械的な装置等を設置する必要もなく、容易にスライム障害を予測することが可能となる。更に、本発明の予測方法を用いることにより、循環水中のスライム形成因子を定性的に検出して事前にスライム防除剤を投入することができるため、未然にス※

30※ライム障害を防止することが可能となる。

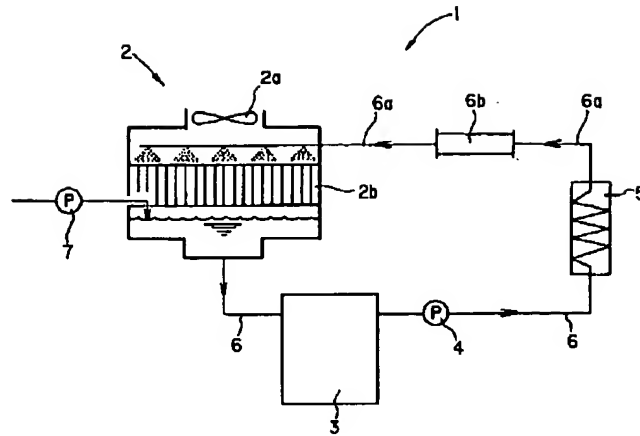
【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例2で使用したモデル循環冷却水系を示す概略図である。

【符号の説明】

1…モデル循環冷却水系、2…冷却塔（2a…冷却用ファン、2b…充填材）、3…保有水タンク、4…循環用ポンプ、5…熱交換器、6…配管（6a…熱交換器出口配管、6b…ルッキング）、7…補給用ポンプ。

【図1】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
)

// G 0 1 N 33/18

識別記号

F I

G 0 1 N 33/18

テーマコード(参考)

F

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the method of preventing beforehand bacterial slime obstacles, such as lock out of piping resulting from the slime of the bacteria origin adhering in piping, and decline in heat-exchange efficiency, in circulation paths, such as cooling water.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since the amount of the service water used is increasing by leaps and bounds by improvement in a living standard, and growth and development of industry in recent years, reuse by circulation recovery of industrial water, such as service water, especially cooling water, is performed frequently. However, in the cooling water by which the open circulating one through a cooling tower is used abundantly, degree of lesion is also in the inclination which becomes intense as it originated in various contaminants from the external world, the opportunity of decline [the corrosion and lock out of piping, or] in effectiveness to cause an obstacle for a circulation system has increased and the enrichment factor of circulating water increases.

[0003] As an obstacle of a circulation system, the scale (or sludge) obstacle which produces sediments, such as mineral, for example in piping for circulation, the corrosion obstacle which piping for circulation corrodes, the slime obstacle with which the viscous object (henceforth a "slime") of the microorganism origin adheres into piping for circulation are mentioned.

[0004] as for a scale obstacle or a corrosion obstacle, the chemicals in cooling water (for example, mineral etc.) are condensed among these obstacles -- or when the chemical concerned mixes from the external world into cooling water, it is because the chemical concentration in cooling water rises. Therefore, using not hard water but soft water as cooling water, or exchanging cooling water periodically etc. can be suppressed by taking the disposal which prevents elevation of chemical concentration.

[0005] Since it is the obstacle which a slime obstacle molds and originates in propagation of microorganisms, such as algae and bacteria, on the other hand, it is impossible to suppress only by the same method as a scale obstacle or a corrosion obstacle. Therefore, in order to prevent a slime obstacle, generating of the slime in cooling water is grasped exactly, and is managed, and the disposal of supplying suitably the slime prevention agent which has sterilization and the **** effect in cooling water is needed.

[0006] Conventionally, the slime detection equipment which comes to be immersed into circulating water in the resistance bulb (element for which electric resistance increases by the temperature rise) held to the elevated temperature as a method of grasping the slime generating situation in cooling water, as compared with circulating water is indicated (JP,9-196873,A). According to the detection equipment concerned, a slime adheres to a resistance bulb, the thermal diffusion from a resistance bulb is checked, and when the temperature of the resistance bulb itself rises, the electric resistance of a resistance bulb increases. Therefore, a slime generating situation can be grasped by detecting increase of the electric resistance concerned.

[0007] Direct detection equipment can be installed into a circulation path, without installing a bypass path, since the miniaturization of the resistance bulb used as a sensor does not need an easy and big installation area according to the above-mentioned method. That is, it is the method which was very excellent in the point that the generating situation of a slime is detected correctly and can be managed in actual circulating water.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since an above-mentioned method was the method of detecting the generating situation of a slime by adhesion of the slime to a resistance bulb, it had produced a trouble which is hung up over below.

[0009] If a slime did not actually adhere to a resistance bulb, since the detection was not made to the 1st, about the slime generated in parts other than the resistance bulb of the circulating water system, it was undetectable. Time had to be taken to detect from slime generating, since the detection cannot be performed unless a slime grows up to be even the grade which causes [2nd] the temperature rise of a resistance bulb, and the disposal of supplying a slime prevention agent could not but become in after the event. Since periodical maintenance and management of equipments, such as washing of a detecting element, were also needed, it was not necessarily able to be called the simple detection method, except that installation costs and the operating cost started, in order to use electric and mechanical detection equipment for the 3rd.

[0010] The place which this invention is made in view of the trouble of such conventional technology, and is made into the purpose is to predict a slime obstacle in advance and prevent a slime obstacle beforehand further by the simple method, without installing electric and mechanical equipment etc.

[0011]

[Means for Solving the Problem] As a result of this invention person's inquiring wholeheartedly, by detecting the slime formation factor which a bacteria produces at the time of slime formation, it found out that a slime obstacle could be predicted in advance, and hit on an idea to this invention.

[0012] That is, according to this invention, a bacteria breeds in circulating water, it is the method of predicting the bacterial slime obstacle resulting from the slime of the bacteria origin concerned adhering in piping, and the prediction method of the bacterial slime obstacle characterized by detecting a slime formation factor using the chemical method is offered.

[0013] In the prediction method of this invention, as a slime formation factor, it is desirable to detect the negative colloid in circulating water, and it is still more desirable to detect the negative colloid in circulating water by using as an indicator the matter which carries out coloration change by existence of negative colloid.

[0014] Moreover, before according to this invention it detects a slime formation factor using the prediction method of the above bacterial slime obstacles and a slime obstacle occurs, the prevention method of the bacterial slime obstacle characterized by supplying a slime prevention agent is offered.

[0015]

[Embodiments of the Invention] this invention is the prediction method of the bacterial slime obstacle characterized by detecting a slime formation factor using the chemical method. According to the method concerned, without installing electric and mechanical equipment etc., a slime obstacle is predicted in advance and a simple method enables it to prevent a slime obstacle beforehand further. Hereafter, this invention is explained in detail.

[0016] The prediction method of this invention is a method for predicting a bacterial slime obstacle especially among slime obstacles. Although there may be mold besides bacteria, algae, etc. as a microorganism leading to a slime obstacle as stated above, if circulating water will be in an extreme eutrophy state as for a mold nature slime, it will not generate, but since generating is limited to the part which algae may photosynthesize, discovery and disposal are comparatively easy for an algae nature slime.

[0017] on the other hand, a bacterial slime has high generating frequency as compared with other slimes -- adding -- the inside of the circulation path of circulating water -- a part with difficult discovery, such as a capillary near the heat exchanger, -- generating -- the cause of obstacles, such as decline in piping lock out and effectiveness, -- being easy. Therefore, it can be said that the method of this invention is a method very useful to prevention of a slime obstacle.

[0018] In this invention, in order to predict a slime obstacle in advance, the method of detecting a slime formation factor is adopted. A slime obstacle is because generating of a slime is detectable in the stage before resulting in a slime obstacle if the aforementioned formation factor is detectable, since it is thought that a bacteria breeds in circulating water, a bacteria produces a certain formation factor, a bacteria adheres to a piping wall etc. by the formation factor concerned, a slime is formed, the coating weight of a slime increases, and it results in a slime obstacle.

[0019] Moreover, in this invention, how the aforementioned slime formation factor is not depended on the chemical method, i.e., the electric / mechanical method, but a chemical reaction detects it is adopted. It is possible to detect, even if a slime does not occur near the detection sensor in order to detect a slime by concentration change of the formation factor in circulating water, except that according to such a method installation costs and an operating cost do not start and the maintenance control of equipment does not have the need, either, since it is not necessary to install electric and mechanical arrangement. Moreover, generally as compared with the electric / mechanical method, it can be said that the chemical method of detection sensitivity is sharper.

[0020] In this invention, although especially the method of detection is not limited as long as a slime formation factor can be detected using the chemical method, it is desirable to detect the negative colloid in circulating water. This is a method using the property in which a slime formation factor forms negative colloid in circulating water.

[0021] Moreover, in case the negative colloid in circulating water is detected, it is still more desirable to detect as an indicator the matter which carries out coloration change by existence of negative colloid. It is because a slime obstacle can be predicted in advance by the very simple method of an indicator being dropped into circulating water and checking discoloration of an indicator according to such a method.

[0022] Specifically, it is desirable to use a toluidine blue (henceforth "TB") as an indicator. It is because it has the property which adsorbs immediately and is colored a purplish red color, and the negative colloid of the minute amount in circulating water can moreover also be easily detected since this reaction is very sharp, if negative colloid (namely, acid colloid) exists, although TB is basic blue coloring matter.

[0023] If the indicator which has above-mentioned TB or the same property as this is used, detecting quantitatively is also possible not to mention detecting the negative colloid in circulating water qualitatively. As a quantitative method of detecting negative colloid, the colloidal titration indicated by the "colloidal titration method" (author : 1000 hand Ryoichi, Nankodo Co., Ltd. Issue), for example can be used.

[0024] When the aforementioned colloidal titration is applied to this invention, the fixed quantity of the amount of negative colloid in circulating water can be carried out by the method as shown below. First, to circulating water used as sample liquid, TB of an indicator is added, it is colored a purplish red color, and, subsequently the standard solution of positive colloid is gradually dropped to the colored sample liquid concerned, and dropping is ended when TB becomes blue from a purplish red color.

[0025] Since the transformation point of TB is a point of neutralization (equivalence point) of positive colloid and negative colloid, it can convert the amount of negative colloid in circulating water from the drip of the positive colloid standard solution at

the time of [concerned] discoloring (such a method is hereafter called "direct titration").

[0026] As a standard solution of positive colloid, polyvinyl butyl pyridinium bromide and the colloidal solution of the water-soluble matter which produces a positive charge by ionization of the amino group like polyethyleneimine can be used, for example. However, there is little influence of salts, and since precipitate is produced in a point of neutralization in addition to the ability to use it in all pH regions, even if there is no indicator, in the point which can detect a point of neutralization, it is desirable to use the solution of glycol chitosan derivatives, such as methyl-glycol chitosan (henceforth "MGch").

[0027] Moreover, after carrying out excessive-amount addition of the positive colloid standard solution and settling negative colloid to the negative colloid in circulating water, it is possible to carry out the fixed quantity of the negative colloid similarly by the method of titrating the positive colloid for the excess which remained using a negative colloid standard solution. Generally this method is called a back titration (indirect titration), and weak-electric-current solution colloid can also be used still more suitably in the point which can be measured correctly as compared with the direct titration mentioned already.

[0028] Although the colloidal solution of the water-soluble matter which produces a negative charge by ionization of a carboxyl group, a sulfuric-acid machine, etc. can be used as a standard solution of the negative colloid used for a back titration, it is desirable to use the solution of polyvinyl alcohol potassium sulfate (henceforth "PVSK") in the point that a reaction is the sharpest, among acid electrolysis colloid.

[0029] As mentioned above, it is possible to prevent a slime obstacle beforehand by using the explained prediction method of a bacterial slime obstacle. A slime obstacle can be beforehand prevented by the method of detecting the slime formation factor in circulating water qualitatively, and specifically, supplying a slime prevention agent in advance etc.

[0030] Such a method can expect preventing a slime obstacle still more efficiently by carrying out the fixed quantity of the slime formation factor, and computing the input of a slime prevention agent from the amount of the formation factor concerned. In addition, as a slime prevention agent, a chlorine system, a quarternary-ammonium-salt system, the 4th class phosphonium salt system, an organic-sulfur system, an organic bromine system, an organic-nitrogen sulfur system, etc. can use the thing of other kinds for the thing of a chlorine system suitably in the point that corrosive is low, in points, like quick action and processing cost are low, although various things exist.

[0031]

[Example] Hereafter, it explains still in detail about the slime obstacle prediction method of this invention. In addition, in the example, the qualitative test and fixed quantity examination which are shown below performed detection of a slime formation factor. As an indicator, 0.005-N MGch solution was used as a positive colloid standard solution, and 0.0025-N PVSK solution was used for TB solution of 0.1 (w/v) % as a negative colloid standard solution.

[0032] (Qualitative test) One drop of TB indicator was added to sample liquid, and the coloring was observed, and when the blue of TB ****(ed) and the blue of a positivity and TB was held, it considered as negative. When it was a positivity, negative colloid (namely, slime formation factor) existed, and when it was negative, it existed qualitatively and it was judged that there was nothing (very minute amount [Even if it exists]). In addition, as for the addition of TB, lessening is desirable as long as coloration can be distinguished. It is because it may be hard coming to check a positive reaction by superfluous TB.

[0033] (Fixed quantity examination) When the aforementioned qualitative test is a positivity, measuring sample liquid to 20ml Erlenmeyer flask etc., and stirring by the stirring child, one drop and 1ml of MGch standard solutions are added for TB indicator, and coloring of sample liquid is observed.

[0034] When sample liquid colors blue, the positive colloid of MGch is in a superfluous state to the negative colloid in sample liquid. Therefore, the drip (ml) at the time of the PVSK standard solution of negative colloid being dropped, carrying out the back titration of the positive colloid for the excess concerned, and ****(ing) it is recorded, and negative colloid concentration is computed from the drip concerned. A fixed quantity is possible if negative colloid exists by the concentration more than at least 5micromol/l according to this method.

[0035] Negative colloid concentration (micromol/l) is computable with the following formula (1).

Amount xof {(fmxCmxVm)-(fpxCpxpinch off voltage)} x1000/samples 1000 -- (1)

(However, it considers as the factor of a fm:MGch standard solution, the concentration (mol/l) of a Cm:MGch standard solution, the volume (ml) of the MGch standard solution added to Vm:sample liquid, the factor of a fp:PVSK standard solution, the concentration (mol/l) of a Cp:PVSK standard solution, and the volume (ml) of the PVSK standard solution added to pinch-off-voltage:sample liquid.)

[0036] In addition, negative colloid concentration is low, and when there is extremely little drip of a PVSK standard solution, there is a possibility of producing a titration error. In such a case, it is possible by making drip increase using a thinner PVSK standard solution to perform exact titration.

[0037] On the other hand, when TB indicator is added and sample liquid has already colored it the purplish red color, the negative colloid in sample liquid is in a superfluous state to the positive colloid of added MGch. Therefore, after recording the drip (ml) at the time of a MGch standard solution being dropped further and carrying out a blue stain, like the case where the above-mentioned sample liquid colors blue, 1ml of MGch standard solutions is added, and the back titration by the PVSK standard solution is performed.

[0038] If titration is performed by the above-mentioned method after performing centrifugal concentration processing shown below although detection is difficult since the amount of negative colloid is the minimum when a qualitative test is negative depending on an above-mentioned method, the fixed quantity of negative colloid can be performed like the case where a qualitative test is a positivity.

[0039] 15ml of sample liquid is measured to the membrane filter for centrifugal type filtration (the object for 15ml and the thing 15 (Millipore Corp. make) of a cut off molecular weight 10000, for example, a tradename:ultra free-lancer), and at-long-intervals heart separation is performed by 2000G for 15 minutes.

[0040] The scalpel rise of the precipitate produced by the aforementioned centrifugal separation is carried out with distilled water so that the whole may be set to 0.5ml, and concentration liquid is prepared (it means that the concentration liquid concerned was condensed 30 times to sample liquid at the beginning). One drop of TB indicator is dropped at the whole quantity of concentration liquid, and when it is colored a purplish red color, the same operation as a fixed quantity examination as stated above performs a fixed quantity examination. On the other hand, even if TB indicator was dropped at concentration liquid, when blue was held, it was judged that there was no negative colloid (namely, when it is negative).

[0041] Before applying the method of this invention to the actual circulating water system, the slime formation factor was extracted from the existing slime, and it evaluated whether above-mentioned TB color reaction could apply to detection of a slime formation factor.

[0042] First, the slime formation factor was extracted from the existing slime by the method shown below. After extracting the slime adhering to the water pipe of certain works and suspending in a sterilized water, it applied to the front face of the nutrient agar medium (1/10 concentration) of the composition which shows the suspension concerned in Table 1 completely. Under 30-degree C temperature conditions, it cultivated for 24 to 48 hours, and the colony which appeared was separated and saved.

[0043]

[Table 1]

成分	濃度 (w/v)
肉エキス	0.05%
ペプトン	0.1%
塩化ナトリウム	0.05%
寒天	1.5%

pH 7.0 ± 0.2

[0044] After inoculating the aforementioned separation bacillus and carrying out shaking culture at 37 degrees C for 24 hours into 200ml of liquid media which contain a yeast extract for a nutrient broth 0.1% 0.8%, at-long-intervals heart separation was performed by 5000rpm under the 4-degree C condition for 15 minutes.

[0045] It is thought that they precipitate by isopropyl alcohol with the strong dehydration force since slime formation factors are presumed to be macromolecules, such as acid polysaccharide which bacteria produce. Therefore, isopropyl alcohol (henceforth "IPA") was shaken the strength during 2 volume **** and 10 minutes after centrifugal processing to supernatant-liquid 1 volume which removed the precipitation portion (biomass).

[0046] At-long-intervals heart separation was carried out by 10000rpm under the 4-degree C condition after shake for 30 minutes, the supernatant liquid was thrown away, and settlings were collected (henceforth "IPA precipitate"). Moreover, the precipitate (henceforth "culture-medium precipitate") which performed operation same [without inoculating a separation bacillus] was also prepared for the aforementioned liquid medium as contrast.

[0047] Subsequently, the adhesive property of the bacteria to the metal plate under existence of the aforementioned IPA precipitate was observed, and correlation with slime formation was checked. After being under the suspension or distilled water which suspended 100mg (or culture-medium precipitate) of IPA precipitate in 100ml of distilled water and taking out the piece of a metal made from stainless steel, it was further immersed in the suspension suspended in the physiological saline, and the periphytic bacteria which washed the biomass front face for the piece of a metal concerned by the physiological saline were taken out.

[0048] The aforementioned piece front face of a metal was lightly put on the petri dish after washing by the physiological saline, multistory [of the agar medium which contains a nutrient broth 0.8%] was carried out, and the adhesion state of the biomass in the piece front face of a metal was observed after 24-hour cultivation at 36 degrees C. Consequently, as shown in Table 2, adhesion of bacteria was accepted only in the piece of a metal immersed in IPA precipitate suspension, and it was checked that IPA precipitate is a slime formation factor.

[0049]

[Table 2]

項目	細菌接着	ヨ卜・定性
判断方法	目視	T B 呈色
I P A 沈殿物	あり	+
蒸留水	なし	-
培地沈殿物	なし	-

※ 表中、「+」は陽性、「-」は陰性であることを示す。

[0050] Moreover, when the qualitative test of TB coloration was performed about IPA precipitate suspension, culture-medium precipitate suspension, and distilled water, as shown in Table 2, only IPA precipitate suspension showed the positivity. Therefore, it was checked that TB color reaction can apply to detection of a slime formation factor.

[0051] (Example 1) Various circulating water from which the situation of a slime differs in the cooling water system which is actually working was extracted, and it checked whether correlation would be between the situation of a slime, and the amount of negative colloid of a fixed quantity examination.

[0052] Consequently, as shown in Table 3, correlation was accepted between the drip of PVSK and the amounts of slimes in a fixed quantity examination. Moreover, about slimes other than bacterial (molding thing of an algae subject), as shown in Table 3, since TB color reaction was negative, it was checked that the method of this invention is a method that only a bacterial slime can be detected specifically.

[0053] In addition, evaluation of the amount of slimes was qualitatively performed from the adhesion situation of the slime to the corrugated plate made of a resin for cooling (henceforth a "filler") arranged at intervals of 5-10mm in a system cooling tower. That is, when it touched although "nothing" viewing top slime adhesion was not accepted in what does not feel slime even if adhesion of a viewing top slime was not accepted in a filler but it touched it, what adhesion of a slime is clearly accepted in an "it is few" and viewing in what senses slime was evaluated as "many."

[0054]

[Table 3]

項目	スライム量	スライム種類	コロイド定性	コロイド定量
判断方法	目視	顕微鏡観察	T B 呈色	負コロイド量 ($\mu\text{mol/l}$)
冷却水 1	なし	なし	—	< 5
冷却水 2	少ない	細菌主体	+	3 0
冷却水 3	少ない	細菌主体	+	6 0
冷却水 4	多い	細菌主体	+	8 0
冷却水 5	多い	細菌主体	+	2 1 0
冷却水 6	多い	藻類主体	—	< 5
冷却水 7	多い	カビ主体	—	< 5

※ 表中、「+」は陽性、「—」は陰性であることを示す。

[0055] (Example 2) The model circulating-cooling-water system 1 as shown in drawing 1 was run continuously for 24 hours, and it investigated about the relation between the amount of negative colloid in cooling water, and a piping adhesion slime. The model circulating-cooling-water system 1 comes to connect a cooling tower 2, the unfree-water tank 3, the pump 4 for circulation, and a heat exchanger 5 for piping 6, and the cooling tower 2 is equipped with fan 2for cooling a, and filler 2b, and it constituted it so that water could always be supplied with the pump 7 for supply.

[0056] Moreover, outlet piping 6a of a heat exchanger constituted the part from piping made from a transparent vinyl chloride, and was taken as RUKKINGU6b for observing the slime adhesion situation into piping. In addition, the service condition of the model circulating-cooling-water system 1 set refrigerating capacity as 3 refrigeration tons, and set [holding water quantity] a part for /and the amount of make up water of 30l. as a part for 0.3l./for 100l. and the amount of circulating water.

[0057] Evaluation of the amount of slimes in an example 2 was performed by carrying out visual observation of the RUKKINGU 6b of heat exchanger outlet piping 6a, and although the slime had adhered that by which a slime is not observed by RUKKINGU 6b to "nothing" and RUKKINGU 6b, what "it being few" and RUKKINGU 6b are covered by the slime in what can see through an opposite side, and cannot see through an opposite side was evaluated as "many."

[0058] Consequently, as shown in Table 4, in visual judgment of RUKKINGU 6b, also in the day [of operation / 8th] stage where a slime cannot be checked, the color reaction of TB shows the positivity and can be detecting generating of a slime. That is, according to the method of this invention, it was checked that a slime obstacle can be predicted in the generating initial stage which is the grade which cannot view slime generating. Moreover, when the glutaraldehyde was added by the concentration of 200mg/l. as a slime prevention agent, the negative colloid which is a slime formation factor disappeared, and signs that slimes coating weight also decreased and was carried out were checked.

[0059]

[Table 4]

項目	スライム量	スライム種類	コイト定性	コイト定量
判断方法	目視	顕微鏡観察	T B 呈色	負コイト量 ($\mu\text{mol/l}$)
運転開始時	なし	なし	—	< 5
運転 8 日目	なし	なし	+	1 5
運転 1 1 日目	少ない	細菌主体	+	3 5
運転 1 4 日目	多い	細菌主体	+	1 3 0
防除剤投入直後	多い	細菌主体	+	1 5 0
投入後 1 日目	少ない	細菌主体	—	< 5
投入後 2 日目	なし	なし	—	< 5

※ 表中、「+」は陽性、「—」は陰性であることを示す。

[0060]

[Effect of the Invention] As explained above, since the prediction method of this invention detects the formation factor of a bacterial slime by the chemical method, it can predict a slime obstacle in advance. Moreover, if the color reaction of an indicator etc. detects a slime formation factor, it is not necessary to install electric and mechanical equipment etc., and it will become possible to predict a slime obstacle easily. Furthermore, since the slime formation factor in circulating water can be detected qualitatively and a slime prevention agent can be supplied in advance by using the prediction method of this invention, it becomes possible to prevent a slime obstacle beforehand.

[Translation done.]